

探究的な理科学習環境（ISLE）ワークショップのインパクト

土佐幸子

新潟大学教育学部

stosa@ed.niigata-u.ac.jp

1. はじめに

高等学校においても新学習指導要領[1]が実施となり、「主体的・対話的で深い学び（アクティブ・ラーニング）の視点からの授業改善」が強調された。さらに理科学習においては、図1にあるように、①自然事象に対する気付き→②課題の設定→③仮説の設定→④検証計画の立案→⑤観察・実験の実施→⑥結果の処理→⑦考察・推論→⑧表現・伝達、という科学の方法に則った探究過程が明示された。しかし、伝統的に情報伝達型の授業が多い高校において[2]、生徒主体の探究型授業の実現は容易ではない。大学においても状況は同様である。

そこで本研究では、米国ラトガース大学エトキナ教授による探究型理科指導に関するワークショップを、日本の参加者のために開催し、参加者に与えたインパクトを分析することによって、日本における探究型理科授業実践の課題点と展望を探った。

2. 方法

研究対象とデータ収集：ワークショップは2022年3月にオンライン同期型で開催された。エトキナ教授は「探究的な理科学習環境を提供

するプログラム（ISLE アイル）」の開発と普及に長年携わっている[3]。2時間半のワークショップの副題は「生徒・学生を科学者のように主体的な探究活動に取り組ませるための方略」であり、生徒・学生に探究的・協働的に概念構築を促す方略を、参加者自身が学習者となって体験的に学ぶものであった。高校・大学の理科教員15名と大学院生2名の計17名が参加した。収集したデータはビデオ録画、ワークショップ中に協同で記入したスライド、事後アンケート回答である。

ワークショップの実践内容：ワークショップでは、まず、ワイングラスに水が注がれ、グラスの外側に水滴がつく様子の動画の視聴と、観察したことを簡単な言葉で述べるのが求められた。このとき「結露する」などの科学用語を用いずに、「グラスに水滴がついた」のように見たままを表現する。そして、水滴がどこから来たのかのメカニズムについて、ワイルドな説明を考えるように求められた。「ワイルド」というのはどんなに突飛でもよいということである。参加者から出されたのは、①グラスの中の水が壁面を通して染み出た、②水はグラスの外側の空気から来た、③水はワイングラスのガラスの中から来た、④水は水面から来た、の4つの説明だった。さらに、複数の説明が挙げられたときに科学者がすることは検証実験（テスト）だという合意の下、この4つのどれかを除外するテストを考え出すように求められた。冷たい水を注いだワイングラスを台ばかりに載せると、目盛りがだんだん増えていくはずだと発言があり、その実験は4つの説明の内、②のみを支持し、他の3つを除外するものだという合意を得た後、冷水入りワイングラスを載せた電子天秤の目盛りが増える動画を視聴した。他の検証実験としては、冷蔵庫で冷やした冷たいグラスに水

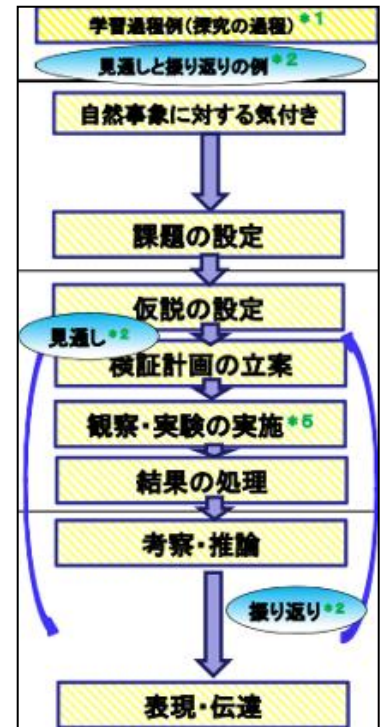
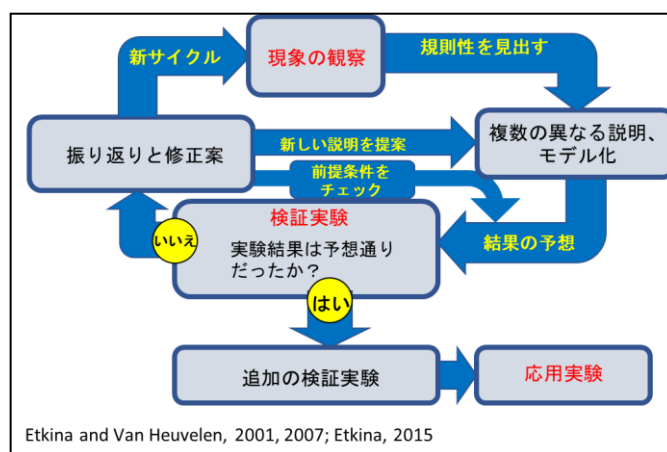


図1 高等学校理科における探究過程[1]

滴がつくかどうかを見る実験（図2）や冷たい油をグラスに注ぐ実験が紹介された。このように回りくどく活動を行うのは、科学者のように考えることの重要性を伝えるためであり、答えを見つけたかったらインターネットを検索すればいい今の世の中において、考えることの重要性を認識してほしいとの話があった。次に、消毒用アルコールをコピー用紙につけて放置すると、アルコールが次第に消えることを各自が手元実験で観察した後、ワイングラスの場合と同様に、観察の記述、仮説設定、実験計画の立案を小グループに分かれ、共有スライドに書き出す形で進めた。実験結果の予想の後、実験動画を視聴して、わかったことを皆でまとめた。ワークショップ後半では、ISLE プログラムがどのように生徒・学生の学びを促すかについて、理論的枠組みの説明がなされた。ISLE の過程を図3に示す。



図2 冷たいグラスについて水滴（エトキナ教授資料）



Etkina and Van Heuvelen, 2001, 2007; Etkina, 2015

図3 探究的な理科学習環境を提供するプログラム（ISLEアイル）の過程（和訳：土佐）

3. 結果と考察

事後アンケートにおいて、「ワークショップは大変有益だった」との回答率は100%だった（N=11）。その大きな理由は、科学者が用いる仮説検証型の過程を体験することを通して、生徒が自分の言葉で現象を語り、概念構築を行うアプローチの重要性を実感したところにあったと考える。特に、仮説を実験によって除外していくというのは、多くの参加者にとって新鮮であり、戸惑いも見られたが、「モデルを否定するという経験は授業の中でなかったもので、とても衝撃的でした。」と述べた参加者もいた。このように ISLE アプローチの重要性を認識しながらも、カバーしなければならない内容の多さや時間的制限などの理由により、日本の高校・大学の授業で取り入れることの難しさを述べた参加者も多かった。

4. まとめと今後の展望

今回のワークショップでは、仮説検証型の活動を実際に体験することを通して、参加者の多くが新たな視点を発見した。現象の説明や計算が、教員が教えたようにできることを期待するのではなく、物理教育に求められているのは、物理学者のように考えることを促すことだ、と参加者は強いメッセージとして受け取った。その後、ISLEのアプローチが探究的な中学校授業の実践や教員研修につながって発展している。しかし、ISLEのアプローチを取り入れた授業実践をするには、まず教員が探究型の指導技術を獲得する必要があるとあり、日本型の指導プログラムの開発が急務である。

参考文献

- [1] 文部科学省：高等学校学習指導要領解説【理科編，理数編】，2018年
- [2] 文部科学省：新しい学習指導要領の考え方，2017年
- [3] E. Etkina and A. Van Heuvelen, "Investigative Science Learning Environment - A Science Process Approach to Learning Physics," in Research-Based Reform of University Physics, edited by E. F. Redish and P. J. Cooney (American Association of Physics Teachers, College Park, MD, 2007)